《心理学报》论文自检报告

1. 请以“研究亮点”的形式列出最多三条本研究的创新性贡献，总共不超过 200 字。
《心理学报》的目标是发表“既科学优秀，又具有广泛兴趣和意义” (be both scientifically excellent and of particularly broad interest and significance)的心理学前沿研究。如果您的研究只有小修小补的贡献，没有尝试开创新的研究领域(new areas of inquiry)或提出独到见解和创新视角(unique and innovative perspectives)，特别纯粹只是研究没有明确心理学问题的算法或技术的工作，这类研究被本刊接受的机会小，建议另投他刊。

答：(1) 本研究通过快速呈现单张面孔以形成面孔集合，证明了在快速序列呈现条件下的适应后效是基于对集合面孔的整体平均产生的，揭示了集合面孔的加工过程。(2) 本研究首度通过操纵认知负荷的方式探讨集合面孔的加工方式，以及认知资源在集合面孔加工过程中的作用。证明了即使在认知资源受限的情况下，依然存在集合面孔的适应后效，认为个体对集合面孔的加工是一种自动化的方式，进一步补充完善了关于面孔加工的研究。

2. 作者已经投稿或发表的文章中是否采用了与本研究相同的数据？如果是，请把文章附上审查。(我们不赞成作者用同一数据发表多篇变量相同的文章，也不赞成将一系列的相关研究拆成多个研究来发表的做法。)

答：否。

3. 管理、临床、人格和社会等领域仅有自我报告(问卷法)的非实验非干预研究，需要检查数据是否存在共同方法偏差(common method bias)。为控制或证明这种偏差不会影响研究结论的效度，你使用了什么方法？采取了哪些措施？(共同方法偏差的有关文献可参见：http://journal.psych.ac.cn/xlkxjz/CN/abstract/abstract894.shtml)基于横断数据，仅有自我报告，仅仅在方便样本中施测，这样的研究数据易取得，但通常创新性价值不大，被本刊接受的机会小。

答：本研究为实验型研究，不涉及共同方法偏差检验。

4. 是否报告并分析了效果量(effect sizes；如：*t* 检验：Cohen’s *d*；方差分析：η^2 或η_p^2；标准化回归系数)？(很多研究只是机械地报告了效果量，但没有做必要的分析或说明，如效果量是大中小？有什么理论意义或应用意义？)。(在 google 中搜索 “effect size calculator”，可搜到许多计算方便的 APP。效应量的有关解释，中文可参考：http://journal.psych.ac.cn/xlkxjz/CN/abstract/abstract1150.shtml；英文可参看：http://www.uccs.edu/lbecker/effect-size.html
是否报告统计分析的 95% CI？(如，差异的 95% CI；相关/回归系数的 95% CI)置信区间的有关计算和绘图可参考 https://thenewstatistics.com/itns/esci/)

答：是。

5. 请写出计划的样本量，实际的样本量。如果二者有差别，请写出理由。以往心理学研究中普遍存在样本量不足导致的低统计功效(power)问题，我们建议在论文的方法部分解释您计算及认定样本量的依据。应该以有一定依据的效果量(effect size)、期望的功效来确定样本量，并报告计算用软件或程序。样本量计划的理由和做法可参考 https://osf.io/5awp4/

答：在实验 1 中，使用 G*Power3.1 计算得到总样本量为 29 人，考虑到被试数据的有效性共招募 31 人(女性 18 人)，剔除极端值后，最终有效被试为 30 人；在实验 2 中使用 G*Power3.1 计算得到总样本量为 36 人，考虑到被试数据的有效性共招募 43 人，其中高认知负荷组收集被试 21 人(15 名女性)，低认知负荷组收集被试 22 人(女性 14 名)。按照箱线图剔除离群值后，高低认知负荷组各保留有效被试 20 人。

6. 假设检验中，如果是零假设显著性检验(NHST)，需报告精确 *p* 值而不是 *p* 的区间(小于 0.001 的报告区间，其他报告精确 *p* 值)。你的论文是否符合该项要求？如果是贝叶斯因素，是否已报告其对先验分布假定的敏感性？

答：是。

7. 为保证论文中数据报告的完备性，统计分析中如果剔除了部分数据，是否在文中报告？原因是什么？包含这部分数据的统计结果如何变化？统计分析中是如何处理缺失数据的？

使用量表时是否删除了其中的个别题目？原因是什么？如果包含这部分题目，统计结果会如何变化？是否有测量的项目或者变量没有报告？原因是什么？请写出在论文中的位置。

答：已在文中报告。

8. 研究用到的未经过同行评议和审查的实验材料、量表或问卷，是否附在文件的末尾以供审查？如果没有，请写出理由。如果该文发表，您是否愿意公开这些材料与其他研究者共享？

答：是。

9. 本刊要求作者提供原始数据，请在以下 3 种里选择一种打√：

a)投稿后将数据发至编辑部邮箱 ( )

b)数据可以从如下链接中获得 osf.io/wdvh7 (√)

c)原始数据和程序已在科学数据银行(https://www.scidb.cn/surl/xlxb)上分享 ( )

d)如不能提供，请说明理由或提供有关证明。

10. 您的研究是否是临床干预或实验室实验？ 是(√) 否( )

如果是，请提供预先备案登记号 osf.io/wdvh7 。

如果没有，请说明原因______________________。

注：临床干预或实验室实验，建议在收集数据前预注册(pre-register)。也鼓励其他实验研究预注册。预注册要求写出所有的研究假设及其支持，以及实验/干预的详细过程和步骤。本期刊的预注册网站是 https://os.psych.ac.cn/preregister (使用说明书见本刊网站"下载中心")或 https://osf.io/ 或 https://aspredicted.org/。如果您的研究有预注册，会显著增加被录用的机会。预注册的重要性可参考 https://osf.io/5awp4/

11. 您的研究如果用到了人类或动物被试，是否得到所在单位伦理委员会的批准？如果是，请把扫描版发至编辑部邮箱。如果否，请说明理由。

答：是。

12. 是否依据编辑部网站发布的"英文摘要写作注意事项"撰写 400~500 个单词的英文大摘要？英文题目和摘要是否已请英语好的专业人士把关或者已送专业 SCI/SSCI 论文编辑公司修改润色？

答：是。

13. 如果第一作者是学生，请导师单独给编辑部(xuebao@psych.ac.cn)发邮件，说明已阅读本文并认真把关。是否已提醒导师给编辑部发邮件？(编辑部收到导师邮件后才会考虑进入稿件处理流程)

答：是。

14. 请到编辑部网站首页右侧"下载中心"下载并填写"稿件不涉密证明"，加盖通讯作者单位的保密办公章，把扫描件发至编辑部邮箱(xuebao@psych.ac.cn)。如没有保密办公章，请加盖通讯作者的单位公章。是否已发邮件？

答：是。

集合面孔加工的适应后效：基于 RSVP 的证据

摘 要 本研究采用快速序列呈现范式，从面孔适应的角度探讨集合面孔的加工过程。实验一采用单因素(适应条件：高吸引力面孔，低吸引力面孔，混合面孔)被试内设计，结果发现，在适应了低(高)吸引力面孔后个体对新面孔的判断会提高(降低)，产生适应后效。实验二中增加了认知负荷操作条件，采用 2(适应条件：高吸引力面孔，低吸引力面孔) × 2(负荷水平：高负荷、低负荷)混合设计，结果发现，在高、低认知负荷条件下，适应了低(高)吸引力面孔后的个体对新面孔的判断同样会提高(降低)，出现适应后效。这表明，个体对集合面孔的加工是一种整体平均，且在加工过程中不受认知资源的限制，是一种自动化的加工方式。

关键词 视觉适应；面孔吸引力；RSVP；注意资源；认知负荷

1 引言

面孔是第一印象的重要来源，但个体对面孔的判断并非一成不变，会受到过往面孔经验的影响。以往研究大多关注长期的面孔经验在判断中的作用，发现个体在适应了高吸引力面孔后对新面孔的吸引力评价会降低(Pegors et al., 2015)。这表明在面孔判断中，个体会受到以往面孔经验的影响，产生面孔适应后效。然而，现实生活中更多涉及的是对一系列面孔的短期加工，这些面孔刺激高度结构化，以集合的形式存在(田欣然 等, 2021)。以往研究多从适应后效的角度探讨单张面孔的加工机制，研究结果已较为一致，但在集合面孔适应后效中，关于平均表征的形成过程依旧存在争议，且缺乏对集合面孔加工机制的深入探讨。吸引力作为面孔判断中一个重要且独特的维度，个体对吸引力的判断存在一种“平均美”效应，即越平均的面孔，对其吸引力的评价越高(Valentine et al., 2004)，这可以用来检验集合面孔适应后效的产生过程(田欣然 等, 2021)，并进一步明晰集合面孔的加工过程。因此，本研究旨在考察集合面孔加工过程中的适应后效，以期进一步探明集合面孔的加工机制。

根据以往研究可知，个体在接触到大量信息时，可以通过提取集合中对象的平均表征，以实现对整体快速而精准的知觉(Alvarez, 2011; Brady & Alvarez, 2015; Whitney & Yamanashi Leib, 2018)。研究发现，在快速序列呈现(Rapid Serial Visual Presentation，RSVP)范式中单个刺激的呈现时间极短，被试无法准确记录每个刺激，但依然可以准确报告出关于序列集合的平均信息(Haberman et al., 2009; Oriet & Corbett, 2010)。这些研究证明，在集合面孔的加工过程中，个体不需要对单个面孔刺激进行精细加工，而是根据先前呈现的系列刺激进行整体加工，形成有关集合整体的平均表征(Haberman & Whitney, 2012; Whitney & Leib, 2018)。这种

平均表征被认为是对集合信息的整体统计，即集合统计(Alvarez, 2011; Haberman & Whitney, 2012; Ying & Xu, 2017; Ying et al., 2020)。关于平均表征的形成存在两种可能性，即通过变形平均(morph averaging)或是整体平均(gist averaging)。以往证据表明，变形平均是将一组面孔的构型特征进行平均并得到新面孔的过程，所形成的新面孔即为平均表征，其吸引力比单张原始面孔要更高，是一种典型的“平均美”效应(Valentine et al., 2004; Ying et al., 2020)。整体平均则是提取集合面孔平均特征的一般表征，例如依据低吸引力面孔集合形成的平均表征，其吸引力水平也可能较低(Ying et al., 2020)。然而，以往研究并不能证明，个体是通过变形平均还是整体平均形成的集合面孔平均表征。

根据面孔空间模型(Face-space Model)可知，在面孔空间中存在一个依据平均表征所形成的标准面孔，个体基于目标面孔与标准面孔之间的偏差程度进行吸引力判断(Valentine, 1991; Valentine et al., 2016)。平均表征会朝着面孔空间中已有的集合面孔的方向偏移，使得后续呈现的新面孔距离平均表征更远，从而出现适应后效，即对目标面孔吸引力的判断会向相反方向偏移。由于面孔变形(morph)之后形成的平均表征会高于原始面孔的吸引力(van Osch et al., 2015)，个体在适应低吸引力面孔后对新面孔的判断并不会提高(Ying et al., 2020)，即不会出现低吸引力面孔的适应后效。反之，如果通过整体平均形成集合面孔的平均表征，当集合面孔的吸引力较低，个体据此形成的也是一个吸引力水平较低的平均表征，从而对新面孔的吸引力评价会提高，出现低吸引力面孔适应后效。总之，相较于变形平均，通过整体平均形成的平均表征会导致出现低吸引力面孔的适应后效。已有研究认为，集合面孔的加工是一种整体知觉(Haberman & Whitney, 2012; Whitney & Leib, 2018)，个体在加工快速序列呈现多张面孔时可能会产生一种整体表征。且 DeBruine 等人(2007)研究发现，在低吸引力适应面孔条件下依旧会出现适应后效现象。故而推测，集合面孔加工更多可能是通过整体平均形成平均表征，会产生低吸引力集合面孔的适应后效。由此提出假设 1，在适应了低(高)吸引力集合面孔之后，被试对新面孔的评价会提高(降低)，产生集合面孔适应后效。

另一方面，在集合面孔的加工过程中，关于个体对集合面孔的加工方式仍需进一步探讨。通过梳理关于面孔加工方式的研究发现，以往研究多采用阈下呈现的方式探讨个体是否采用自动化的方式加工集合面孔。Nakamura 和 Kawabata(2018)采用连续闪烁抑制任务(b-CFS)呈现一系列面孔图片，发现在抑制条件下呈现的面孔依旧可以得到加工，表明集合面孔的加工可能是一种自动化的方式。然而，也有研究者认为上述方式是否真的可以达到无意识状态还有待探讨(Yu, 2023)，其结果也就无法完全证明个体对集合面孔是一种自动化加工。而另一种检验自动化加工的方式便是从认知资源的角度出发。根据知觉负载理论可知，知觉加工的

资源是有限的，对任何刺激物的加工过程都会自动且强制占用认知资源(Lavie & Tsal, 1994)。通过增加认知负荷，可以考察个体在认知资源受限的情况下，是否仍然能够有效地加工目标刺激，从而验证对该刺激是否存在自动化加工。因此，本研究从认知资源的角度出发，探讨在认知资源受限的情况下，个体对集合面孔的加工方式。以往关于平均表征的研究表明，认知资源并不是平均表征形成的必要条件。Li 等人(2016)的研究发现，在有限的加工资源下，平均表征相对于个体的表征具有优势性，精确度更高。并且，关于适应后效的研究也发现，在高认知负荷的情况下，个体依旧会发生对面孔表情的适应后效(郭彩霞, 2017)，表明认知资源不会影响适应后效的产生，同样不会影响平均表征的形成。故而推测，个体对集合面孔的加工不受认知资源的限制，是一种自动化的加工方式。由此提出假设 2，在高、低认知负荷水平下，个体在适应了低(高)吸引力集合面孔之后，对新面孔的评价都会提高(降低)，产生集合面孔适应后效。

综上，本研究从集合面孔适应后效的角度入手，旨在探讨集合面孔的加工过程以及加工方式的问题，以进一步揭示集合面孔的加工机制。首先，实验一采用 RSVP 适应范式降低单张面孔的呈现时间，探讨集合面孔加工中适应后效的产生，以考察集合面孔的加工过程；其次，在实验二中增加对认知负荷水平的操纵，通过考察个体在不同认知负荷水平下集合面孔的适应后效，以揭示集合面孔的加工方式。

2 实验 1：RSVP 条件下集合面孔的适应后效

2.1 方法

2.1.1 被试

使用 G*Power3.1，参考相关研究(Kloth et al., 2017)设定效应量为 0.28，为保证较高的统计效能，选取 0.05 的α水平以及 0.9 的统计检验力(Cohen, 1992)，计算得到总样本量为 29 人。考虑被试数据的有效性，共招募 31 人(女性 18 人)，年龄范围为 19~27 岁(M = 20.27, SD = 1.25)，剔除极端值后保留有效被试 30 人。所有被试的视力或矫正视力正常，均为右利手，无精神病史和脑部损伤史，实验前签署知情同意书，实验后获得一定报酬。

2.1.2 实验设计

本实验采用单因素 3 水平(适应条件：高吸引力面孔，低吸引力面孔，混合面孔)的被试内设计。因变量为被试将测试面孔判断为“有吸引力”的比率。

2.1.3 实验材料

本研究选取了 Chicago Face Database(Ma et al., 2015)、KDEF(Lundqvist et al., 1998)、Oslo

Face Database(Chelnokova et al., 2014)和 Face Research Lab London Set(DeBruine & Jones, 2017)面孔库内中性表情、正面面孔材料，共 90 张(男性 45 张)。经 Photoshop CS6 统一处理后，最终形成亮度、灰度均相同、像素为 270 × 323 的面孔图片。共招募 76 人(男性 20 人)对孔材料进行吸引力的 7 点评分，筛选出高吸引力和低吸引力适应面孔各 24 张(男性 12 张)、中等吸引力测试面孔 18 张(男性 9 张)。对吸引力评分进行单因素方差分析，结果面孔类型主效应显著，$F = 342.48$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.92$，高吸引力面孔的评分($M = 4.25$, $SE = 0.06$)显著高于中等($M = 2.91$, $SE = 0.07$)、低吸引力面孔($M = 2.02$, $SE = 0.06$)，中等吸引力面孔评分高于低吸引力面孔评分($ps < 0.001$)。分别对高、低吸引力类型下的男、女性面孔进行独立样本 t 检验，吸引力评分无显著性别差异 $ps > 0.05$。

为了防止面孔低水平属性刺激(亮度、对比度等)对面孔适应产生的影响，我们采用 Matlabe 的 SHINE toolbox 将面孔材料进行标准化处理(Willenbockel et al., 2010)。实际实验材料如图 1 所示。



图 1 实验材料示例图

2.1.4 实验程序

实验包括共包括个阶段；第一阶段为前测阶段，屏幕将快速呈现 250ms 的测试面孔，面孔消失后为 1000~1500ms 注视点，随后会要求被试对面孔进行是否具有吸引力判断，无吸引力按“F”，有吸引力按“J”，记录为面孔吸引力判断的基线水平。前测阶段每个 block 包含 72 个 trials，以及 3 个练习试次，面孔随机呈现，每张测试面孔总计重复三次。

第二阶段包括 RSVP 适应过程和测试面孔的评价两部分。适应过程包括 3 个 block，分别是高吸引力、低吸引力以及混合适应。混合适应是指 1 个 trial 中所呈现的四张面孔分别由两张高吸引力和两张低吸引力面孔组成并随机呈现。每个 block 之间进行 2 分钟的固定休息，其顺序通过随机化处理在被试间平衡。该阶段先呈现 600~800ms 的注视点，随后以 6.67Hz 的频率快速呈现一组适应面孔(ISI: 50ms)，面孔适应时间为 5400ms，在单次适应 trial 中包括四张不同的适应面孔，每张面孔重复九次。适应面孔呈现完后，被试将听到“滴”的一声，同时看到 250ms 的“？”注视点，随后快速呈现 250ms 的测试面孔，要求被试在面孔消失后立即对其进行是否具有吸引力的判断。每个 block 均包括 72 个 trials，以及 3 个练习 trial。

具体流程见图 2。

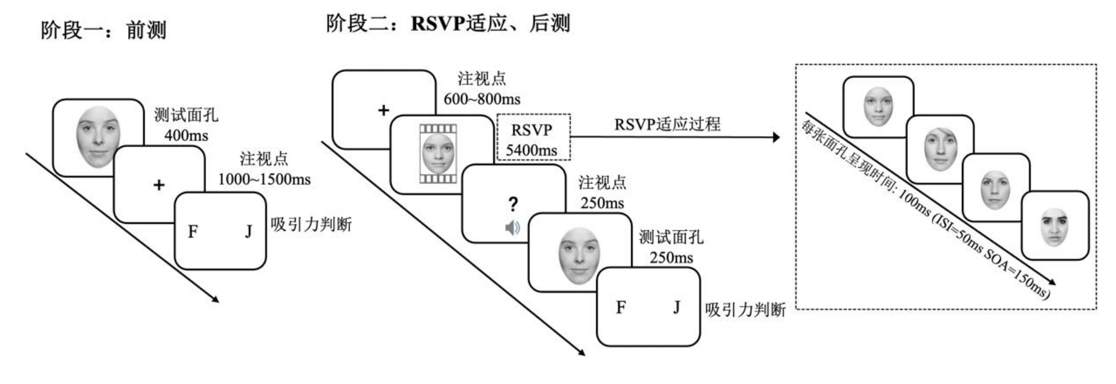


图 2 实验一流程图

2.1.5 实验数据的记录与分析

采用 Psychopy 软件呈现实验刺激并记录行为数据；使用 SPSS 25.0 与 JASP 0.17 进行统计分析。

2.2 结果

基线水平与不同适应条件下被试将测试面孔判断为“有吸引力”的比率如下表 1。

表 1 基线水平与不同适应面孔条件下被试将测试面孔判断为有吸引力的比率($M \pm SD$)

	基线	高吸引力面孔	低吸引力面孔	混合面孔
M	0.40	0.33	0.48	0.40
SD	0.15	0.15	0.17	0.16

为了验证实验中的适应条件是否诱发了面孔吸引力的适应后效，分别将基线比率与在不同适应面孔条件下被试将测试面孔判断为“有吸引力”的比率进行配对样本 t 检验。结果发现，相比于基线，适应高吸引力面孔后，测试面孔被判断为“有吸引力”的比率更低(M = -0.075, SE = 0.03), t(29) = -2.60, p = 0.014；适应低吸引力面孔后，测试面孔被判断为“有吸引力”的比率更高(M = 0.070, SE = 0.03), t(22) = 2.443, p = 0.021；混合面孔条件下的判断比率无显著差异(M = -0.038, SE = 0.03), t(22) = -0.375, p = 0.710。贝叶斯配对样本 t 检验的结果进一步验证，有中等程度的证据支持混合适应条件下不会产生面孔吸引力适应后效(BF_{01} = 4.82)。

为进一步比较不同面孔类型之间的差异，参考相关研究(Ying et al., 2019)，分别将不同适应面孔条件下将测试面孔判断为“有吸引力”的比率减去基线比率，以获得在不同面孔条件下的适应效应量。对适应后效量进行重复测量方差分析，结果显示，适应条件主效应显著，F(2, 29) = 23.90, p < 0.001, η^2_p = 0.452；进一步两两比较显示，相比于适应混合面孔(M = 0.011, SE = 0.029)，适应高吸引力面孔后产生的适应后效更负(M = 0.075, SE = 0.029), p = 0.01，适应低吸引力面孔后产生的适应后效更正(M = 0.070, SE = 0.029), p < 0.001，具体见图 3。以上

结果表明，在适应了高或低吸引力的集合面孔后，均产生了显著的适应后效。

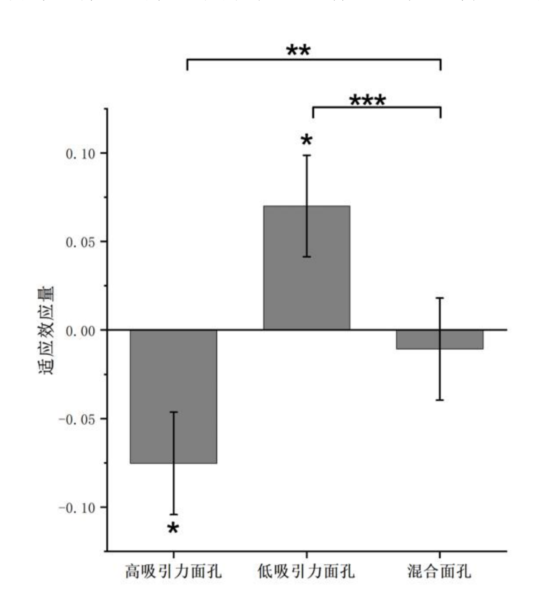


图 3 不同适应面孔条件的适应效应量

3 实验 2：认知资源在集合面孔加工中的作用

3.1 方法

3.1.1 被试

使用 G*Power3.1，参考相关研究(Kloth et al., 2017)设定效应量为 0.28，选取 0.05 的α水平以及 0.9 的统计检验力(Cohen, 1992)，计算得到总样本量 36 人。考虑到被试数据的有效性，共招募被试 43 人(女性 29 人)，其中高认知负荷组收集被试 21 人(15 名女性)，低认知负荷组收集被试 22 人(女性 14 名)。按照箱线图剔除离群值后，高低认知负荷组各保留有效被试 20 人。所有被试的视力或矫正视力正常，均为右利手，无精神病史和脑部损伤史，实验前签署了知情同意书，并在实验后获得一定报酬。

3.1.3 实验设计

本实验采用 2(适应条件：高吸引力面孔，低吸引力面孔) × 2(认知负荷：高负荷、低负荷)的混合实验设计，其中认知负荷为被试间变量，适应条件为被试内变量。因变量为被试将测试面孔判断为“有吸引力”的比率。

3.1.2 实验材料

研究二面孔材料同研究一。字符串材料通过程序随机生成，高负荷条件下包含“X”或包含“N”或不包含“X”和“N”三种情况概率均为 1/3，低负荷条件下字符串颜色为蓝色或红色的概率均为 1/2。

3.1.4 实验程序

与实验一基本保持一致。在 RSVP 适应阶段，参照了以往相关研究(郭彩霞，2017; 江程铭 等, 2014)增加了字符判断任务作为认知负荷操纵条件，高负荷组要求判断字符串中是否包含“X”或“N”，低负荷组要求判断字符串颜色。

3.1.5 实验数据的记录与分析

采用 Psychopy 软件呈现实验刺激并记录行为数据；使用 SPSS 25.0 与 JASP 0.17 进行统计分析。

3.2 结果

通过对基线比率以及不同认知负荷(高认知负荷、低认知负荷)和适应条件(高吸引力面孔、低吸引力面孔)下被试将测试面孔判断为“有吸引力”的比率进行分析，得到描述性统计结果见表 2。

表 2 基线水平与适应后被试将测试面孔评价为有吸引力的比率(*M* ± *SD*)

适应条件		*M*	*SD*
低认知负荷	基线	0.41	0.14
	高吸引力面孔	0.35	0.13
	低吸引力面孔	0.52	0.17
高认知负荷	基线	0.33	0.19
	高吸引力面孔	0.34	0.16
	低吸引力面孔	0.46	0.22

为验证在认知资源受限的情况下是否还能产生集合面孔适应后效，首先将适应条件下的测试数据分别与基线水平进行配对样本 t 检验。结果发现，低认知负荷条件下，相比于基线，在适应一组高吸引力集合面孔后，被试将测试面孔判断为“有吸引力”的比例显著降低(M = -0.058, SE = 0.03), $t(19) = 2.195$, $p = 0.041$；在适应一组低吸引力集合面孔后，被试将测试面孔判断为“有吸引力”的比例显著提高(M = 0.072, SE = 0.03), $t(19) = 2.585$, $p = 0.018$。在高认知负荷条件下，适应低吸引力面孔同样提高了被试对测试面孔的吸引力评价(M = 0.063, SE = 0.03), $t(19) = 2.267$, $p = 0.035$；然而高认知负荷条件下适应高吸引力面孔并没有产生显著的适应后效(M = 0.019, SE = 0.02), $t(19) = -0.856$, $p = 0.40$，见图 4。该结果表明，个体采用自动化的方式加工集合面孔，在不同的认知负荷水平下，都会出现集合面孔的适应后效。

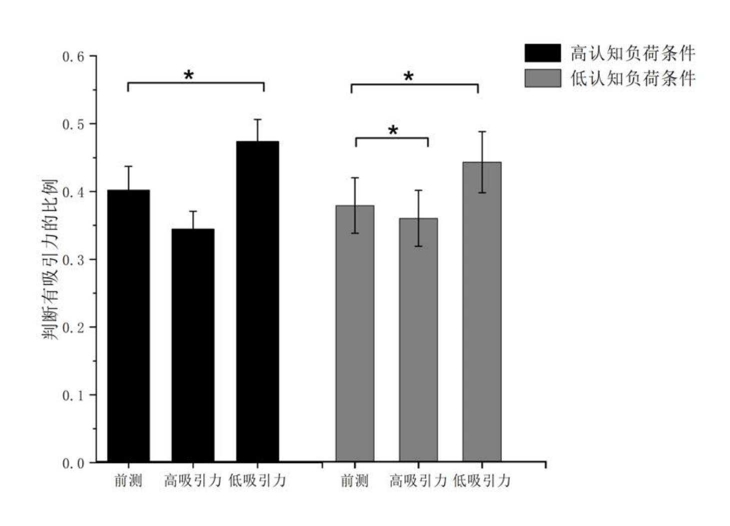


图 4 不同适应条件下测试面孔的被判断为有吸引力的比例

为进一步检验认知资源在集合面孔加工中的作用，将实验一的数据作为无认知负荷的条件，对 2(适应条件：高吸引力面孔，低吸引力面孔) × 3(认知负荷：高负荷、低负荷、无负荷)条件下的适应效应量进行两因素方差分析。结果显示，适应条件的主效应显著，$F(1, 67) = 71.861, p < 0.001, \eta^2_p = 0.518$。认知负荷的主效应不显著，$F(2, 67) = 0.356, p = 0.55, \eta^2_p = 0.005$；认知负荷与面孔类型的交互作用不显著，$F(2, 67) = 1.818, p = 0.17, \eta^2_p = 0.051$，见图 6。贝叶斯分析结果显示，只有较弱程度的证据支持集合面孔的适应后效不受认知负荷条件的影响($BF_{01} = 2.88$)。

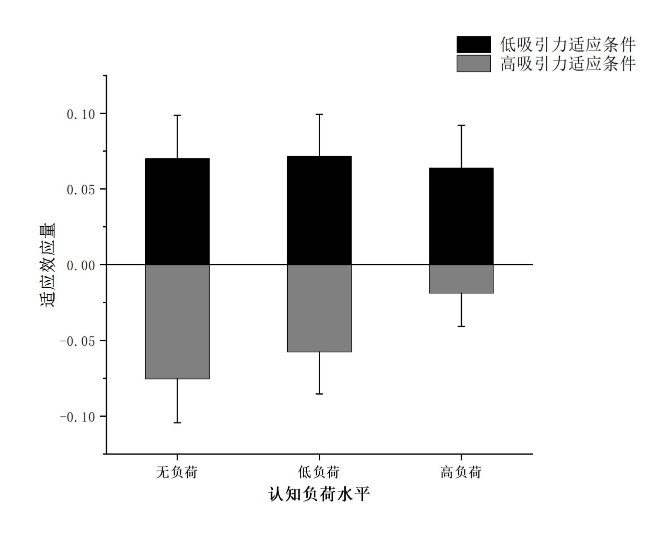


图 5 不同认知负荷水平下高、低吸引力面孔的适应效应量

4 讨论

本研究运用 RSVP 适应范式，通过考察集合面孔适应后效的产生，探究了集合面孔的加工过程和加工方式。实验一发现，高、低吸引力适应面孔均诱发了显著的面孔适应后效，表明在集合面孔加工中更多可能是通过整体平均的方式形成平均表征，是一种整体平均的加工

过程。实验二进一步通过增加字符判断任务操作认知负荷水平，发现在低认知负荷条件下，高、低吸引力面孔均诱发了显著的适应后效，且适应效应量与无认知负荷条件下的适应量不存在显著差异；在高认知负荷条件下，低吸引力面孔同样也诱发了显著的适应后效，表明在集合面孔的整体加工过程中不受认知资源的限制，是一种自动化的加工方式。

4.1 集合面孔加工中的适应后效

根据以往研究可知(Skinner & Benton, 2010; Webster & MacLeod, 2011; Xu et al., 2008)，视觉适应会导致感知偏差(后续面孔的特征被感知的方向与适应后面孔的属性相反)、敏感性增加(对适应者附近刺激的敏感性增加)和正常化(适应刺激在其属性上显得不那么极端)。本研究发现在快速序列呈现条件下会发生集合面孔适应后效，个体适应了高吸引力的系列面孔后会降低对面孔吸引力的评价，而适应低吸引力适应面孔则会提高对面孔吸引力的评价，这与以往研究结果一致。并且本研究认为，这种适应后效可能是由适应 RSVP 后所提取集合面孔吸引力所形成的平均表征决定的。

近年来一些研究同样发现，在快速序列条件下个体会产生集合面孔吸引力的适应后效(Ying et al., 2020)，但在该研究中研究者发现在快速序列呈现条件下面孔吸引力的适应是基于对序列面孔的变形平均产生的，即被试在适应阶段感知到的集合面孔吸引力会高于序列中各面孔的吸引力平均值，因此在低吸引力面孔适应条件下研究者没有发现显著的适应后效。但由于 Ying 等人(2020)的研究中呈现频率非常高，设置为 42.5hz，且每张面孔仅呈现 23.5ms，这可能导致适应阶段序列面孔产生重叠，从而产生了变形平均的效果，类似于高尔顿将照片叠加曝光后得到的“平均面孔”(Galton, 1879)。本研究则是参照运用 RSVP 探讨平均大小、平均类别表征的相关研究(Khayat & Hochstein, 2018, 2019; Oriet & Corbett, 2010)，将适应序列呈现条件设置为 6.67hz，每张面孔呈现 100ms，结果发现即使在低吸引力面孔适应条件下同样会产生显著的适应后效，提高了被试对测试面孔的吸引力评价。在排除了快速序列呈现频率过快可能导致的视觉层面的面孔重叠后，本研究的结果证明，在快速序列呈现条件下，面孔吸引力的适应后效是基于对序列面孔的整体平均产生的。个体在加工集合面孔的过程中，通过整体平均形成集合面孔的平均表征，以实现对整体快速而精准的知觉，且影响了对后续面孔的判断。

4.2 认知资源在集合面孔加工中的作用

为进一步探讨个体在不同认知负荷水平下对集合面孔的加工，本研究通过字符判断任务操作认知负荷水平，发现集合面孔适应后效的产生并不会受认知负荷的影响。个体在高、低或无认知负荷的条件下均能产生面孔吸引力的适应后效，即个体是采用自动化的方式加工集

合面孔。这与郭彩霞(2017)的研究结果相似，但也与以往一些研究存在不同的观点，这可能是研究对象上的差异造成的。江程铭(2014)的研究中发现，高认知负荷条件下的个体不存在适应后效，但由于其研究的是类别间面孔适应(适应男性化/女性化物品，判断中性面孔性别)，适应刺激与测试刺激之间存在类型上的转化，因此并不能等同于本研究所关注的由集合面孔所诱发的适应后效。

有关面孔吸引力加工的研究指出，仅仅呈现 100ms 人们就能对面孔吸引力作出判断(Willis & Todorov, 2006)，并对后续的决策行为产生影响。Nakamura 和 Kawabata(2018)的研究也发现在闪光抑制任务(b-CFS)中，即使抑制被试对刺激的注意，依然能感知到吸引力信息。Sato 和 Kawahara(2018)认为，个体对面孔进行加工时，是自动化的，几乎不需要注意资源的参与。当分心任务与面孔无关时，无论认知负荷是高还是低，面孔信息都会得到加工；当面孔快速呈现形成集合面孔时，无论分心任务的认知负荷如何，后测阶段呈现的面孔都会产生适应后效。同样的，关于整体编码的研究发现，在适应过程中，平均表征是不自觉地提取形成的。当被试适应快速序列呈现的适应刺激时，其适应后效受到 RSVP 流中呈现的刺激的影响。适应 RSVP 面孔序列及其静态面孔的类似后效表明，被试可以自发对集合面孔进行加工，产生适应后效(Ying & Xu, 2017)。本研究的结果支持了这一结论，即在注意资源有限的情况下，个体依然可以对集合面孔进行加工并产生面孔适应后效，由此认为个体是采用自动化的方式加工集合面孔。

此外，该结果也进一步为集合面孔加工是通过整体平均的方式形成平均表征提供了佐证。田欣然等人(2021)发现在平均表征形成过程中，集合面孔形成了平均刺激(如平均面孔)，造成集合面孔吸引力高评现象。在此情况下，低吸引力集合面孔也会形成较高吸引力水平的平均面孔，则可能不会出现低吸引力集合面孔适应后效，证明集合面孔是通过变形平均的方式形成平均表征。然而，他们同样发现在小容量集合面孔中，平均面孔效应会减弱(田欣然 等, 2021)，集合吸引力高评现象会消失(van Osch et al., 2015)。该结果出现可能是因为集合容量较少，所消耗的认知资源也相对减少，从而增加了对单个面孔的加工，干扰了平均表征的产生(田欣然 等, 2021)。同样，本研究中的适应面孔仅设置了四张，属于小集合面孔范畴，然而实验二证明，在高、低认知负荷的条件下均能产生低吸引力集合面孔适应后效。该结果进一步证明，至少在小集合面孔条件下可能是采用整体平均的方式形成平均表征。

4.3 研究意义和不足

本研究采用 RSVP 范式，从面孔适应后效入手，考察集合面孔的加工过程，对揭示面孔知觉的加工过程具有一定的理论意义。第一，本研究通过快速呈现单张面孔以形成面孔集合，

证明了在快速序列呈现条件下的适应后效是基于对集合面孔的整体平均产生的，揭示了集合面孔的加工过程。第二，本研究首度通过操纵认知负荷的方式探讨集合面孔的加工方式，以及认知资源在集合面孔加工过程中的作用。证明了即使在认知资源受限的情况下，依然存在集合面孔的适应后效，认为个体对集合面孔的加工是一种自动化的方式，进一步补充完善了关于面孔加工的研究。

然而，本研究也存在一定的局限性：首先，本研究使用的研究材料是高低吸引力面孔，虽然面孔吸引力是面孔一个重要的社会属性，但近年来一些研究指出不同面孔属性的加工过程存在差异，集合面孔其他属性的适应后效有待进一步探讨。其次，本研究采用字符判断任务和字符颜色判断任务操纵认知负荷，对于认知负荷的具体操纵水平没有进行定量分析。最后，本研究选取 Chicago Face Database 等面孔库中的面孔，在进行标准化处理后通过预实验评分筛选出高低吸引力面孔，没有控制面孔的个体差异，今后研究可以使用同一身份经过连续变化的面孔作为实验材料。

5 研究结论

综上，本研究采用 RSVP 适应范式，考察集合面孔适应后效以及认知资源在其中的作用，获得如下主要结论：

(1)在限制单张面孔注意的条件下均存在高、低吸引力集合面孔适应后效，证明了 RSVP 条件下，个体对集合面孔的加工是一种整体平均的过程。

(2)认知资源不是适应后效产生的必要条件，认知负荷并不会影响集合面孔的适应后效的产生，高、低认知负荷下都产生了类似的面孔适应后效，表明个体是采用自动化的方式加工集合面孔。

参考文献

Alvarez, G. A. (2011). Representing multiple objects as an ensemble enhances visual cognition. *Trends in Cognitive Sciences, 15*(3), 122–131.

Brady, T. F., & Alvarez, G. A. (2015). No evidence for a fixed object limit in working memory: Spatial ensemble representations inflate estimates of working memory capacity for complex objects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 41*(3), 921–929.

Chelnokova, O., Laeng, B., Eikemo, M., Riegels, J., Løseth, G., Maurud, H., . . . Leknes, S. (2014). Rewards of beauty: The opioid system mediates social motivation in humans. *Molecular Psychiatry, 19*(7), 746–747.

Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin, 112*(1), 155–159.

DeBruine, L., & Jones, B. (2017). Face Research Lab London Set (Version 3). figshare.

Galton, F. (1879). Composite portraits, made by combining those of many different persons into a single resultant figure. *The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland, 8*, 132.

Guo, C. X. (2017). The effects of adaptation duration and attentional load on the aftereffects of facial expression adaptation *(Master's thesis, Henan University)*.

[郭彩霞.(2017).适应时间和注意负荷对面部表情适应后效的影响*(硕士学位论文,河南大学)*.]

Haberman, J., & Whitney, D. (2012). Ensemble perception: Summarizing the scene and broadening the limits of visual processing. In J. Wolfe & L. Robertson (Eds.), *Oxford series in visual cognition. From perception to consciousness: Searching with Anne Treisman* (pp. 339–349). Oxford University Press.

Haberman, J., Harp, T., & Whitney, D. (2009). Averaging facial expression over time. *Journal of Vision, 9*(11), 1–1.

Jiang C. M., Jiao C. Y., Dong H. H., Zou W. H., Xu L., Hu F. P. (2014). Cross-category face Adaptation of Feature Association. *Acta Psychologica Sinica, 46*(8), 1072–1085.

[江程铭，焦长勇，董华华，左伍衡，徐莲，胡凤培.(2014). 特征关联的类别间面孔适应. *心理学报, 46*(08),1072–1085.]

Khayat, N., & Hochstein, S. (2018). Perceiving set mean and range: Automaticity and precision. J*ournal of Vision, 18*(9), 23.

Khayat, N., & Hochstein, S. (2019). Relating categorization to set summary statistics perception. *Attention, Perception, & Psychophysics, 81*(8), 2850–2872.

Kloth, Rhodes, G., & Schweinberger, S. R. (2017). Watching the brain recalibrate: Neural correlates of renormalization during face adaptation. *Neuroimage, 155*, 1–9.

Lavie, N., & Tsal, Y. (1994). Perceptual load as a major determinant of the locus of selection in visual attention. *Perception & psychophysics*, *56*, 183–197.

Li, H., Ji, L., Tong, K., Ren, N., Chen, W., Liu, C. H., & Fu, X. (2016). Processing of individual items during ensemble coding of facial expressions. *Frontiers in Psychology, 7*, 210166.

Lundqvist, D., Flykt, A., & Ohman, A. (1998). Karolinska directed emotional faces [database of standardized facial images]. *Psychology Section, Department of Clinical Neuroscience, Karolinska Hospital,76*, S–171.

Ma, D. S., Correll, J., & Wittenbrink, B. (2015). The Chicago face database: A free stimulus set of faces and norming data. *Behavior Research Methods, 47*, 1122–1135.

Nakamura, K., & Kawabata, H. (2018). Preferential access to awareness of attractive faces in a breaking continuous flash suppression paradigm. *Consciousness and Cognition, 65*, 71–82.

Oriet, C., & Corbett, J. (2010). Evidence for rapid extraction of average size in RSVP displays of circles. *Journal of Vision, 8*(6), 13–13.

Pegors, T. K., Mattar, M. G., Bryan, P. B., & Epstein, R. A. (2015). Simultaneous perceptual and response biases on sequential face attractiveness judgments. *Journal of Experimental Psychology: General, 144*(3), 664–673.

Sato, S., & Kawahara, J. I. (2015). Attentional capture by completely task-irrelevant faces. *Psychological research*, *79*, 523–533.

Skinner, A. L., & Benton, C. P. (2010). Anti-Expression aftereffects reveal prototype-referenced coding of facial expressions. *Psychological Science, 21*(9), 1248–1253.

Tian X. R., Hou W. X., Ou Y. X., Yi B., Chen W. F., & Shang J. C. (2021). Average percept in ensemble perception is based on morphed average object: Evidence from average facial attractiveness. *Acta Psychologica Sinica, 53*(7), 714–728.

[田欣然, 侯文霞, 欧玉晓, 易冰, 陈文锋, 尚俊辰. (2021). 基于合成平均刺激的平均表征机制——来自平均面孔吸引力的证据. *心理学报, 53*(7), 714–728.]

Valentine, T. (1991). A unified account of the effects of distinctiveness, inversion, and race in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 43*(2), 161–204.

Valentine, T., Darling, S., & Donnelly, M. (2004). Why are average faces attractive? The effect of view and averageness on the attractiveness of female faces. *Psychonomic Bulletin & Review, 11*(3), 482–487.

Valentine, T., Lewis, M. B., & Hills, P. J. (2016). Face-space: A unifying concept in face recognition research. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 69*(10), 1996–2019.

van Osch, Y., Blanken, I., Meijs, M. H. J., & van Wolferen, J. (2015). A Group's Physical Attractiveness Is Greater Than the Average Attractiveness of Its Members: The Group Attractiveness Effect. *Personality and Social Psychology Bulletin, 41*(4), 559–574.

Webster, M. A., & MacLeod, D. I. A. (2011). Visual adaptation and face perception. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 366*(1571), 1702–1725.

Whitney, D., & Yamanashi Leib, A. (2018). Ensemble perception. *Annual Review of Psychology, 69*(1), 105–129.

Willenbockel, V., Sadr, J., Fiset, D., Horne, G. O., Gosselin, F., & Tanaka, J. W. (2010). Controlling low-level image properties: The SHINE toolbox. *Behavior Research Methods, 42*(3), 671–684.

Willis, J., & Todorov, A. (2006). First impressions: Making up your mind after a 100-ms exposure to a face. *Psychological Science, 17*(7), 592–598.

Xu, H., Dayan, P., Lipkin, R. M., & Qian, N. (2008). Adaptation across the cortical hierarchy: Low-Level curve adaptation affects high-level facial-expression judgments. *The Journal of Neuroscience, 28*(13), 3374–3383.

Ying, H., & Xu, H. (2017). Adaptation reveals that facial expression averaging occurs during rapid serial presentation. *Journal of Vision, 17*(1), 15.

Ying, H., Burns J., E. J., Choo, A. M., & Xu, H. (2020). Temporal and spatial ensemble statistics are formed by distinct mechanisms. *Cognition, 195*, 104128.

Ying, H., Burns, E., Lin, X., & Xu, H. (2019). Ensemble statistics shape face adaptation and the cheerleader effect. *Journal of Experimental Psychology: General, 148*(3), 421–436.

Yu, R. (2023). Unconscious integration: Current evidence for integrative processing under subliminal conditions. *British Journal of Psychology, 114*(2), 430–456.

Ensemble Face Adaptation Effects: Evidence from RSVP

Abstract

In our daily lives, we are often confronted with a plethora of diverse and intricate adaptive stimuli. Prior research has predominantly focused on investigating the processing mechanisms of individual faces from the perspective of adaptation effects, yielding relatively consistent findings. However, controversies persist regarding the formation process of average representations in ensemble face adaptation effects, accompanied by a dearth of comprehensive explorations into ensemble face processing mechanisms.

Attractiveness, as a crucial and distinct dimension in face perception, exhibits a phenomenon known as the "averageness attractiveness" effect, wherein faces perceived as more average tend to be rated as more attractive. This effect serves as a tool to examine the generation process of ensemble face adaptation effects and to further elucidate the processing of ensemble faces.

This study employed a rapid serial visual presentation paradigm to investigate ensemble face adaptation effects from the perspective of cognitive load, aiming to advance our understanding of ensemble face processing mechanisms. Experiment 1 employed a within-subject design featuring three adaptation conditions (high attractiveness faces, low attractiveness faces, mixed faces). Results indicated that after adapting to low (high) attractiveness faces, individuals exhibited increased (decreased) judgments towards new faces, thus demonstrating adaptation effects. This outcome substantiates the notion that individuals process ensemble faces via holistic averaging.

In Experiment 2, cognitive load manipulation was introduced with a mixed design of 2 (adaptation type: high attractiveness faces, low attractiveness faces) × 2 (load level: high load, low load). Results revealed that under both high and low cognitive load conditions, individuals exhibited adaptation effects after adapting to low (high) attractiveness faces, thus indicating that individuals employ an automated processing mechanism for ensemble faces.

This study, by utilizing rapid presentation of single faces to form face ensembles, demonstrated that under conditions of rapid serial presentation, adaptation effects are based on the holistic averaging of ensemble faces, unveiling the processing of ensemble faces. Furthermore, by manipulating cognitive load, this study for the first time investigated the processing mode of ensemble faces and the role of cognitive resources in ensemble face processing. The findings

corroborate the existence of ensemble face adaptation effects even under conditions of limited cognitive resources, suggesting that individuals process ensemble faces in an automated manner, thereby contributing to a more comprehensive understanding of face processing research.

Keywords: visual adaptation; face attractiveness; RSVP; attentional resources; cognitive load